

IEC(b)電極を用いた高分子材料の部分放電寿命評価に関する研究

著者	安齋 哲
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	87
号	1
ページ	78-79
発行年	2018-08
URL	http://hdl.handle.net/10097/00123441

修士学位論文要約（平成30年 3 月）

IEC(b)電極を用いた高分子材料の部分放電寿命評価に関する研究

安齋 哲

指導教員：斎藤 浩海， 研究指導教員：岡本 達希

Study on Partial Discharge Life Evaluation of Polymer Materials Using IEC (b) Electrode

Satoru ANSAI

Supervisor: Hiroumi SAITOH, Research Advisor: Tatsuki OKAMOTO

Polymer insulating materials used inside power facilities may deteriorate over time due to partial discharge. It is essential to deepen the knowledge and understanding about the deterioration of the insulator due to this partial discharge in order to prevent accidents of equipment and effectively utilize it up to the service life limit. In this paper, in order to shorten the test time by raising the frequency of the applied voltage to the partial discharge life test which tends to be a long time, with respect to the frequency dependence of the partial discharge characteristic of the crosslinked polyethylene, We measured the data separately at the end of power distribution. As a result, no clear frequency dependence was seen in the partial discharge characteristics, and it turned out that as the deterioration of the insulator advanced, the phase angle at which the discharge occurred changed. Therefore, in the partial discharge life test, it is possible to expect the accelerated test to shorten the test time and it is possible to find a phenomenon which can be an indicator of deterioration of the material, so it is reported.

1. はじめに

電力設備内部に使用されている高分子絶縁材料は、経年劣化するおそれがある。この劣化の主たる要因の 1 つとして、部分放電が挙げられる。部分放電により絶縁材料の劣化が進むと、絶縁破壊をおこし、重大な事故に発展する可能性がある。このような事故を防ぐために絶縁材料の寿命試験が行われるが、材料が絶縁破壊するまで電圧を印加する特性上、試験時間が長時間に及ぶ。この解決策として、印加電圧の周波数を高くすることにより短時間で寿命を評価する加速試験が考えられる。しかし、高い課電周波数での試験が商用周波数での試験を模擬できているかが問題となる。これに対して、部分放電特性という指標を導入し、それらの周波数依存性について検討する。また、課電による劣化も考慮した周波数特性も測定した。¹⁾²⁾

2. 部分放電特性とその測定方法

今回部分放電特性として最大放電電荷とパルス平均 ϕ - q 分布を結果で提示する。この 2 つの特性について簡単に説明する。最大放電電荷とは、ある発生頻度を満たす最大の放電電荷量を示している。今回、10 サイクルに 1 回はおこるであろう最大の電荷量を求めている。パルス平均 ϕ - q 分布とは、放電がおこる位相角とその位相角でおこっている放電の平均放電電荷を表した分布である。

部分放電の測定回路を図 1 に示す。印加電圧は 3.6[kVp]であり、周波数は 50、300、1000、3000、10000[Hz]と変化させ測定を行った。電極には IEC(b)電極³⁾を用いた。高圧側円筒電極の直径は 10[mm]、円筒端の曲率半径は 1[mm]である。試験フィルムには 4 種の材料を用いたが、本稿では厚さ 200[μ m]の架橋ポリエチレンの結果を載せる。測定手順としては、まず 1000 発のパルスを各周波数で測定し、10000[Hz]の電圧を 80 分印加した後パルスを各周波数で測定する。これを架橋ポリエチレンが絶縁破壊するまで繰り返し測定し、試験料が絶縁破壊したら新しいものに取り換えて計 3 回実験を行った。

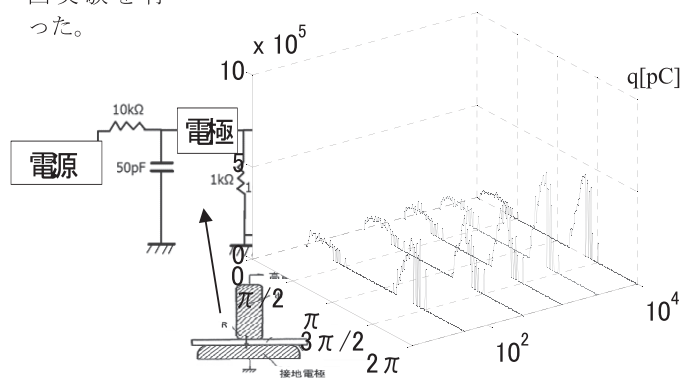


図 1 部分放電の測定回路と電極形状

3. 最大放電電荷の周波数特性

図2に、課電初期と絶縁破壊直前における最大放電電荷の周波数特性を示す。これは3試料のうちの1つの試料におけるデータである。

課電初期、絶縁破壊直前ともに周波数によるパラメータの変化は少なく、周波数依存性は見られなかった。また、課電による試料の劣化に関するパラメータの違いとしては、正負ともにわずかに変動はしているものの、明確な変化は見られなかった。このような傾向はどの試料でも共通だった。

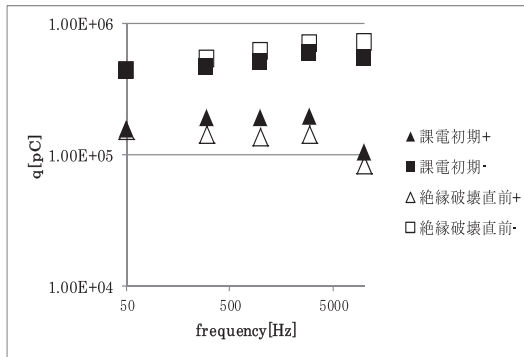


図2 最大放電電荷の周波数特性

4. パルス平均 ϕ - q 分布の周波数特性

図3、図4に、課電初期と絶縁破壊直前におけるパルス平均 ϕ - q 分布の周波数特性を示す。課電初期において、正パルスは方形分布となり、負パルスでは $5\pi/4$ [rad]あたりにピークをもつ分布となった。次に、絶縁破壊直前において、正パルスは方形分布となり、負パルスは $5\pi/4$ [rad]あたりにピークをもつ分布となった。課電による影響としては、正パルスにおいて、0[rad]に近い位相角において平均放電電荷量が大きくなる傾向が見られた。負パルスにおいては、絶縁破壊直前でピークが急峻になっており、またわずかにピークに至るまでの位相角がはやくなっていることが分かった。

パルス平均 ϕ - q 分布の特徴として、ある位相角区間に1発でも放電がおこると、それが分布に顕著に現れるというものがある。しかし、ピーク的位置や、分布のひろがりには、周波数による違いは少なく、周波数依存性は確認できなかった。

5. まとめ

簡単な剥離系欠陥のモデルである IEC(b)電極を用いて、さまざまな高分子材料の部分放電特性を測定した。結果として、部分放電特性に明確な周波数依存性は確認されなかった。よって、部分放電寿命試験において、加速試験が適用できる可能性がある。また、架橋ポリエチレンに限らず、

低密度ポリエチレンや高密度ポリエチレンにおいても、課電による劣化が進行するにつれて、早い位相角で放電がおきるという現象や、同じく早い位相角で大きな電荷量の放電がおきやすくなる傾向が見られた。これに関しては、絶縁材料における劣化の進行を把握でき、それらの材料を使用した電力機器の劣化診断に適用できる可能性がある。

文献⁶⁾ [rad]

1) 岡本達希:「コンピュータ計測による部分放電特

図3 課電初期のパルス平均 ϕ - q 分布

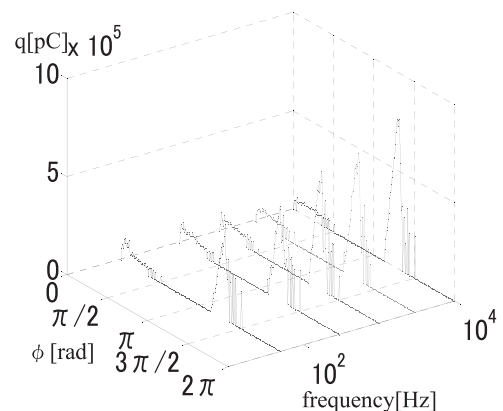


図4 絶縁破壊直前のパルス平均 ϕ - q 分布

性の解析とそのトリッキング劣化への応用」、電力中央研究所報告、No.118, pp107~133(1984)

2) 栗原隆史:「絶縁材料と劣化要因と診断法」、技術総合誌オーム pp30~34(2017)

3) *IEC 60343:1991 "Recommended test methods for determining the relative resistance of insulating materials to breakdown by surface discharges"